



Institute of Biological Engineering

2008 Annual Conference

**A PLATFORM
FOR PARTNERSHIPS
AND PROGRESS**

BIOMECHANICAL VALIDATION OF DIGITAL HUMAN MODELS: A POSTURE AND MOTION STUDY WITH DIGITAL HUMAN MODELS

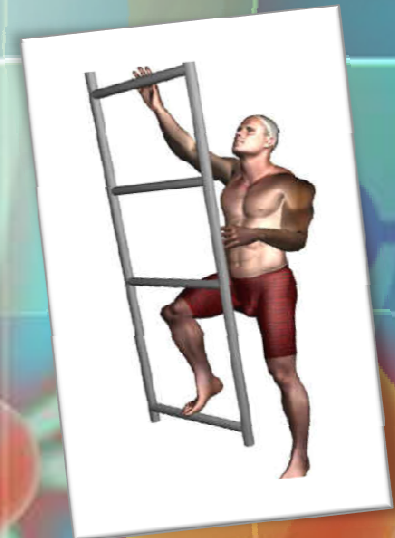
Sourav S Patnaik*, John McGinley, Gary McFadyen,

Kari Babski- Reeves, Daniel Carruth

Human Factors and Ergonomics (HFE) Research Group,

Centre for Advanced Vehicular Systems (CAVS),

Mississippi State University

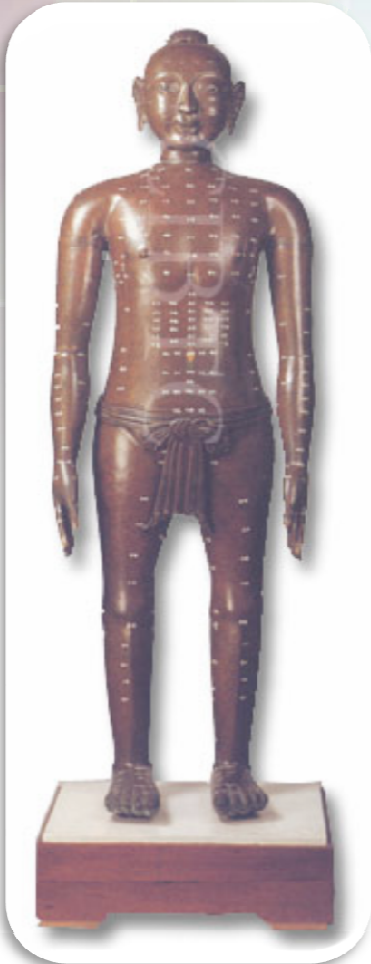


CAVS

Mississippi State
UNIVERSITY



What is a “ Digital Human Model”

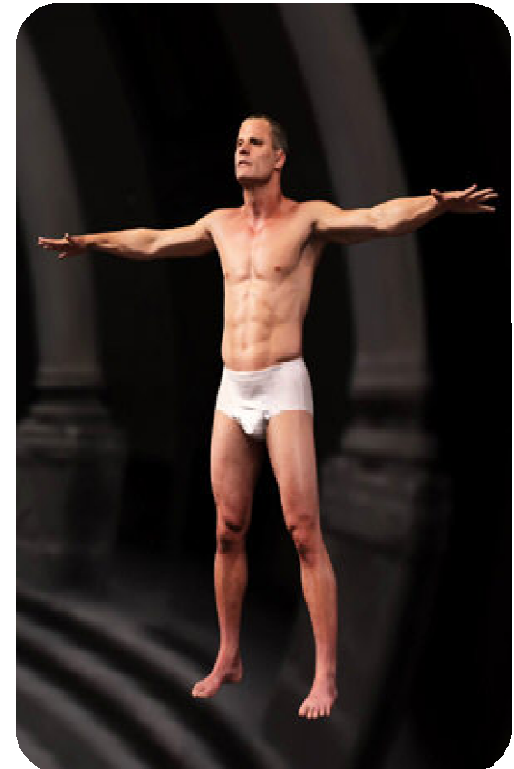


A computerized replica of a human being for various real life simulations and research studies.

1000 A.D

2000 A.D +

- Doctor Wei-Yi Wang
- Song dynasty
- Bronze
- had all the organs of the human body



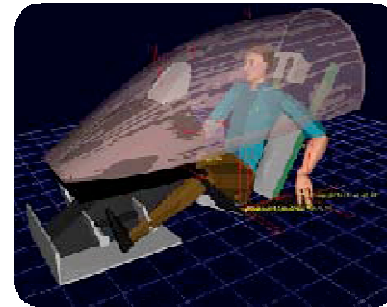
CAVS

Mississippi State
UNIVERSITY

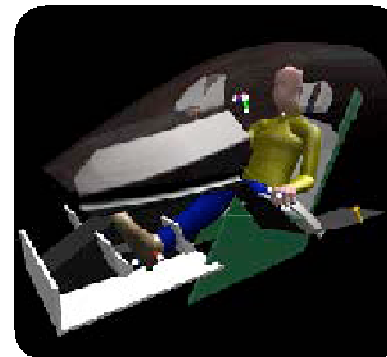
ibe
Advancing Biology-Inspired Engineering

Digital human model : Types

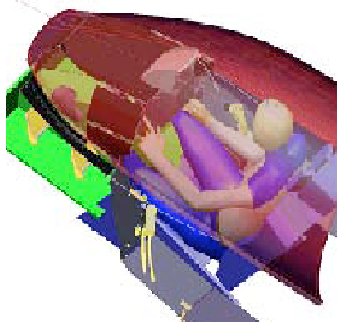
- Static models - 3D scans
- Dynamic models
 - For Visualization (e.g. Jack)
 - Biomechanics - crash dummy (e.g. Madymo)
 - Interface with CAD for workplace assessment (e.g. Safeworks)
 - For comfort assessment (e.g. RAMSIS)
 - Human performance models (e.g. IUSS)



JACK



RAMSIS



Safeworks



<http://www.somadynamics.com.au/images/body/lift.gif>



http://www.rdc.imi.i.u-tokyo.ac.jp/robotbrain/img/movies/yamane_05.jpg

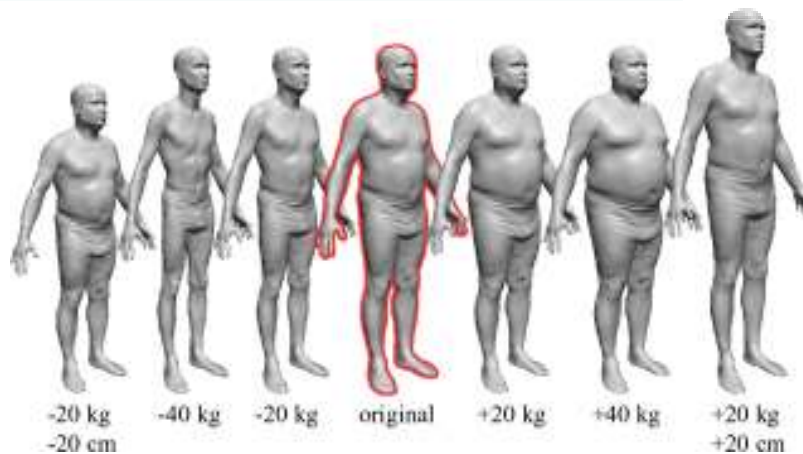


http://www.anybodytech.com/116.0.html?&tx_ttnews%5Btt_news%5D=25&tx_ttnews%5BbackPid%5D=37&cHash=76ad7f12dc

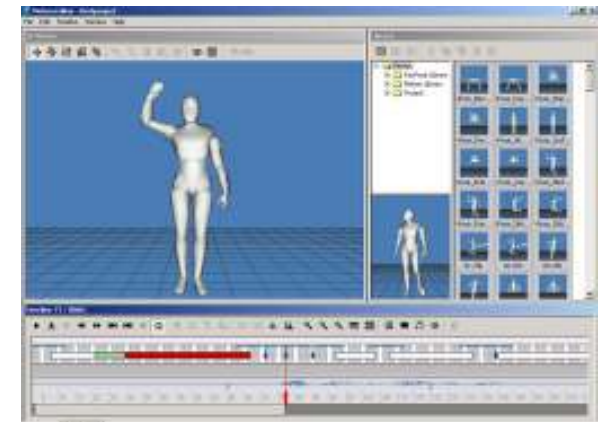
Research around the globe



<http://www.inrets.fr/ur/lbmc/english/Ergo/themes3.html#rpx>



<http://grail.cs.washington.edu/projects/digital-human/fedit.png>



www.softsland.com/3d.html

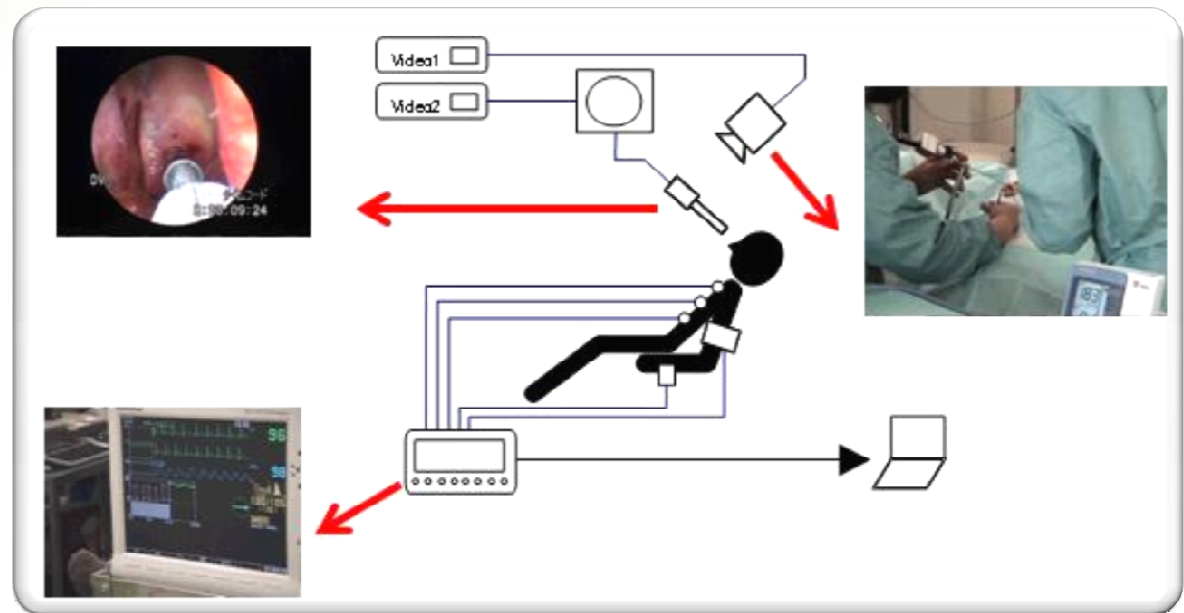
CAVS

Mississippi State
UNIVERSITY

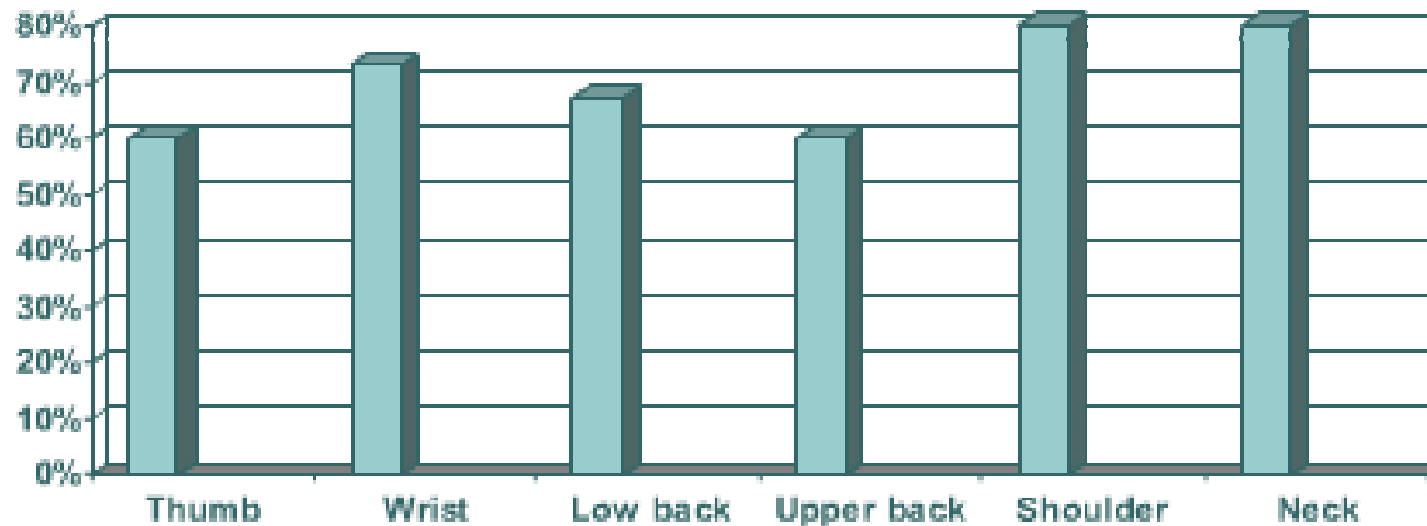
ibe
Advancing Biology-Inspired Engineering

Why digital human models

- Medical
 - Gait analysis
 - Joint diseases
 - Surgical Operations



FACTS about Pipetting



- 15 subjects
- Male/female
- Six healthcare sites

<http://www.humanics-es.com/pipettinginjuries.htm>

Why digital human models

- Laboratory
 - Repetitive Pipetting
 - Biosafety Cabinets and Laboratory Workbenches
- Links

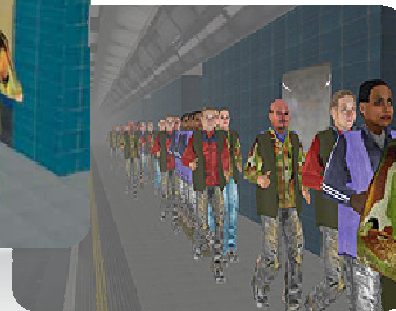
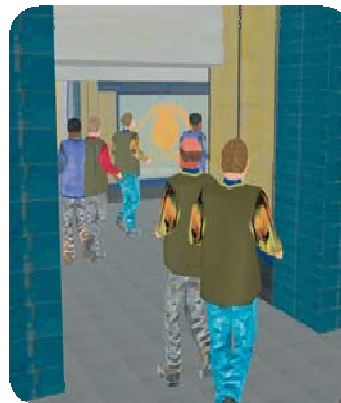


<http://www.cdc.gov/od/ohs/Ergonomics/labergo.htm>

http://www.ergonomics.ucla.edu/Tips_Users.html

Why digital human models

- Transportation
 - Airport Pedestrian modeling
 - Cockpit Design
 - Behavior of humans in zero gravity



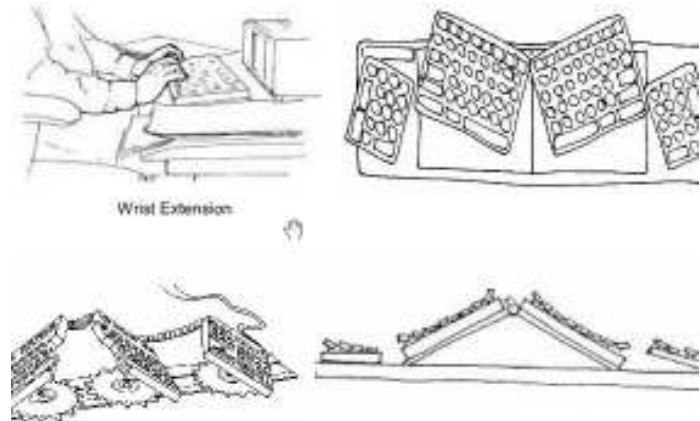
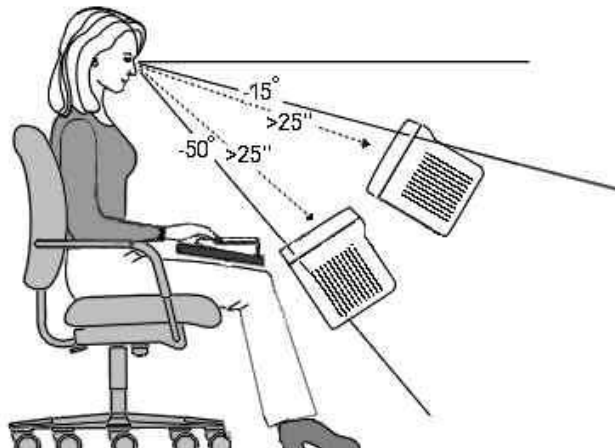
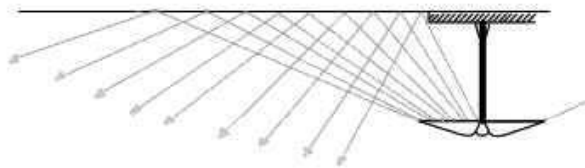
Why digital human models

- **Military**
 - Body Armor
 - Space Suit
- Firefighters Uniforms**



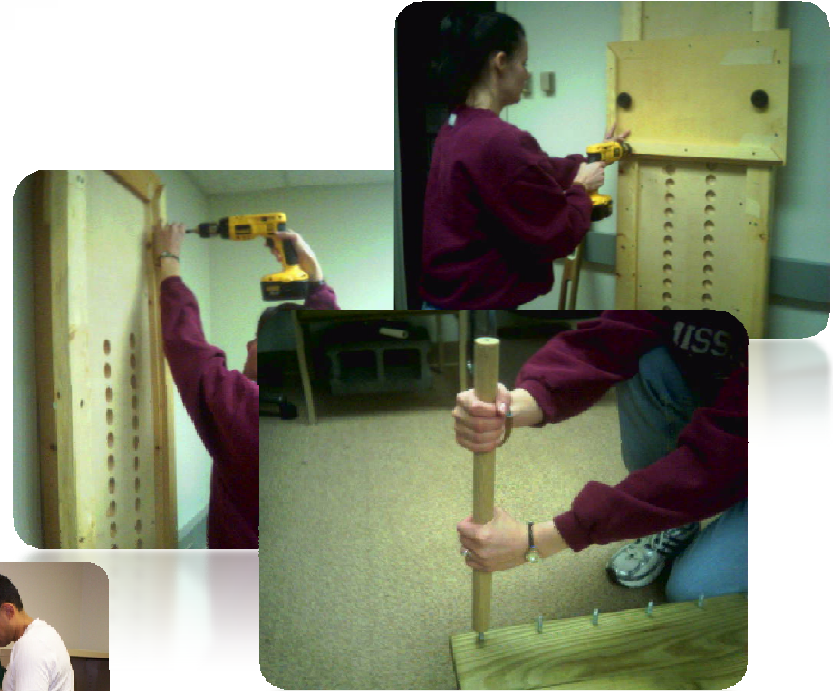
Why digital human models

- Workstation / Office
- Keyboards/Mouse



Why digital human models

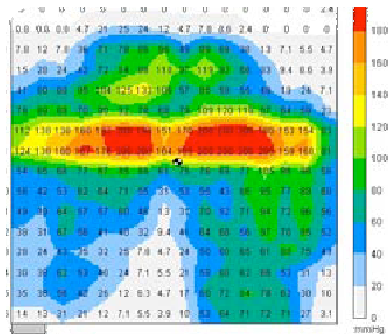
- Industrial
 - Quantifying Fatigue
 - Occupational biomechanics
 - Work Related Musculo-Skeletal Disorders



Why digital human models

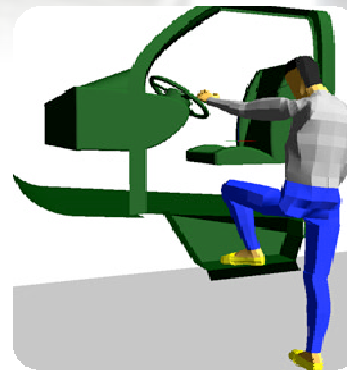
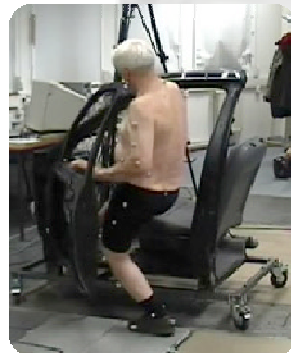
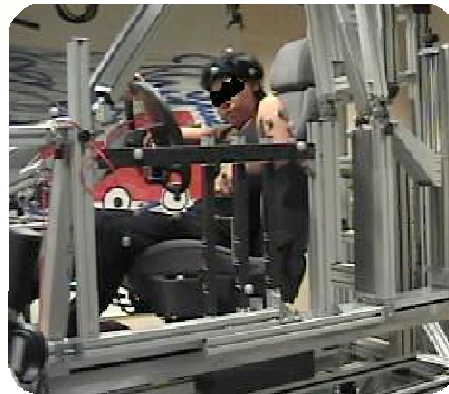


- Real life Simulation
- Mobility Testing
- Safety / Crash test
- Seat Pressure
- Seat design



CAVS

Discomfort Modeling



- Interior design
- Design of driver interface devices
- Posture analysis

Mississippi State
UNIVERSITY

ibe
Advancing Biology-Inspired Engineering

Validation Study

Range of Motion
+
Reach Task

Pull Push Task

Gait Analysis

Biomechanical Analysis Methodology

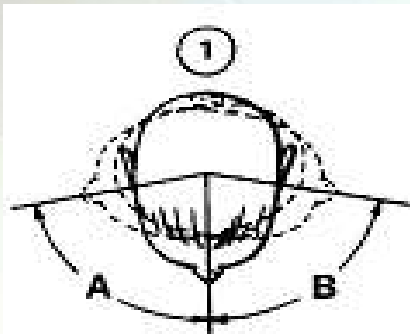
Data
acquisition



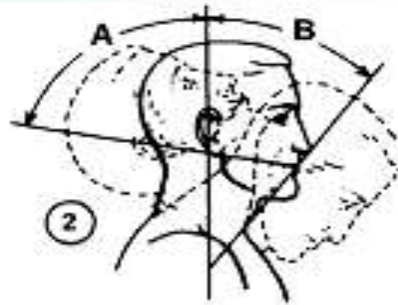
Data
comparison

Model
fitting

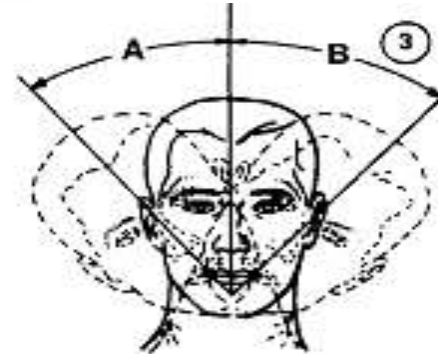
Range of Motion



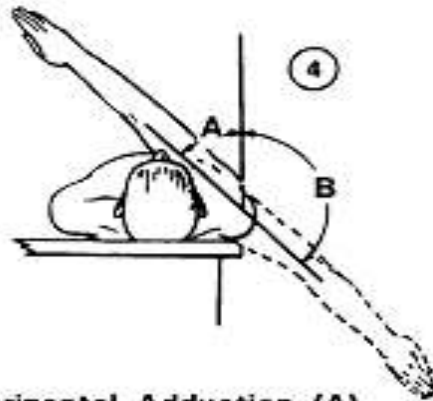
Neck Rotation
Right (A) Left (B)



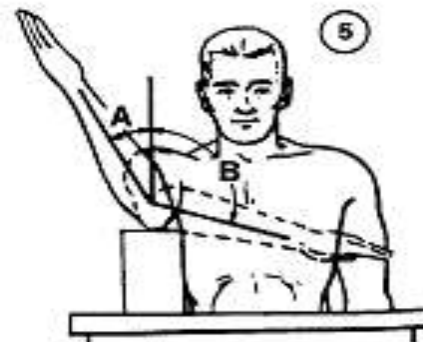
Neck Extension [A]
Flexion (B)



Neck Lateral Bend
Right (A) Left (B)

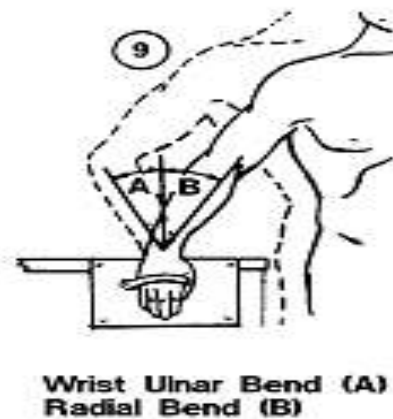
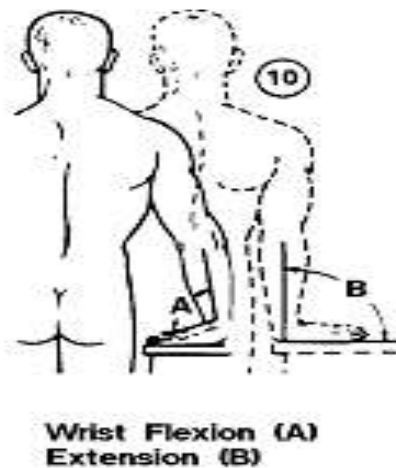
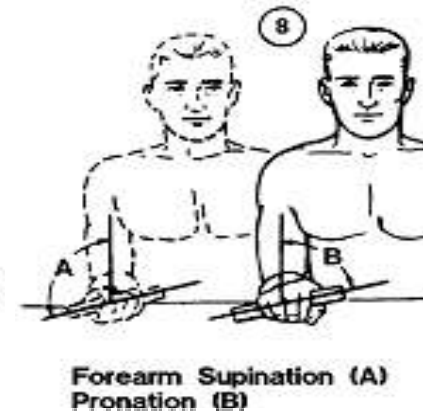
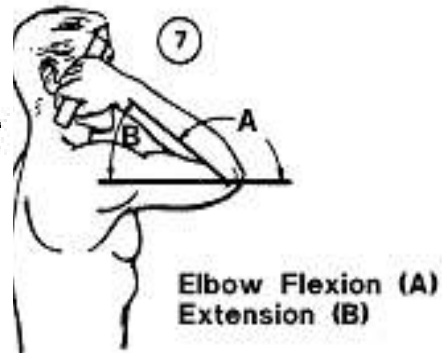
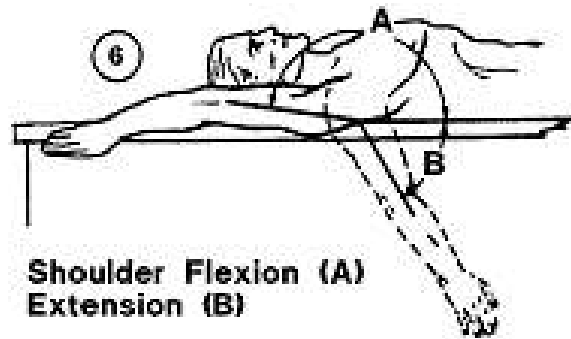


Horizontal Adduction (A)
Horizontal Abduction (B)



Shoulder Rotation
Lateral (A) Medial (B)

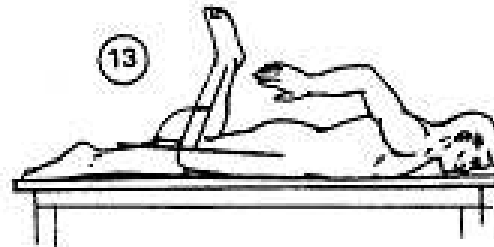
Range of Motion (Contd)



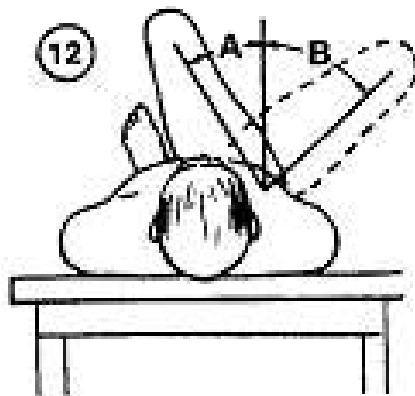
Range of Motion (Contd)



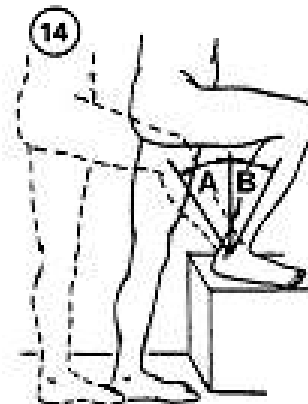
Hip Flexion



Knee Flexion, Prone

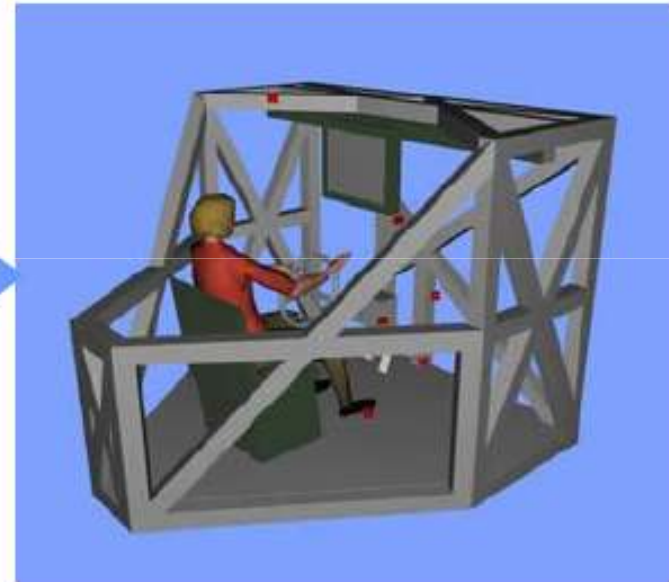
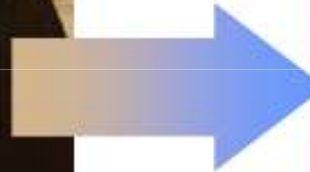


Hip Adduction (A)
Abduction (B)

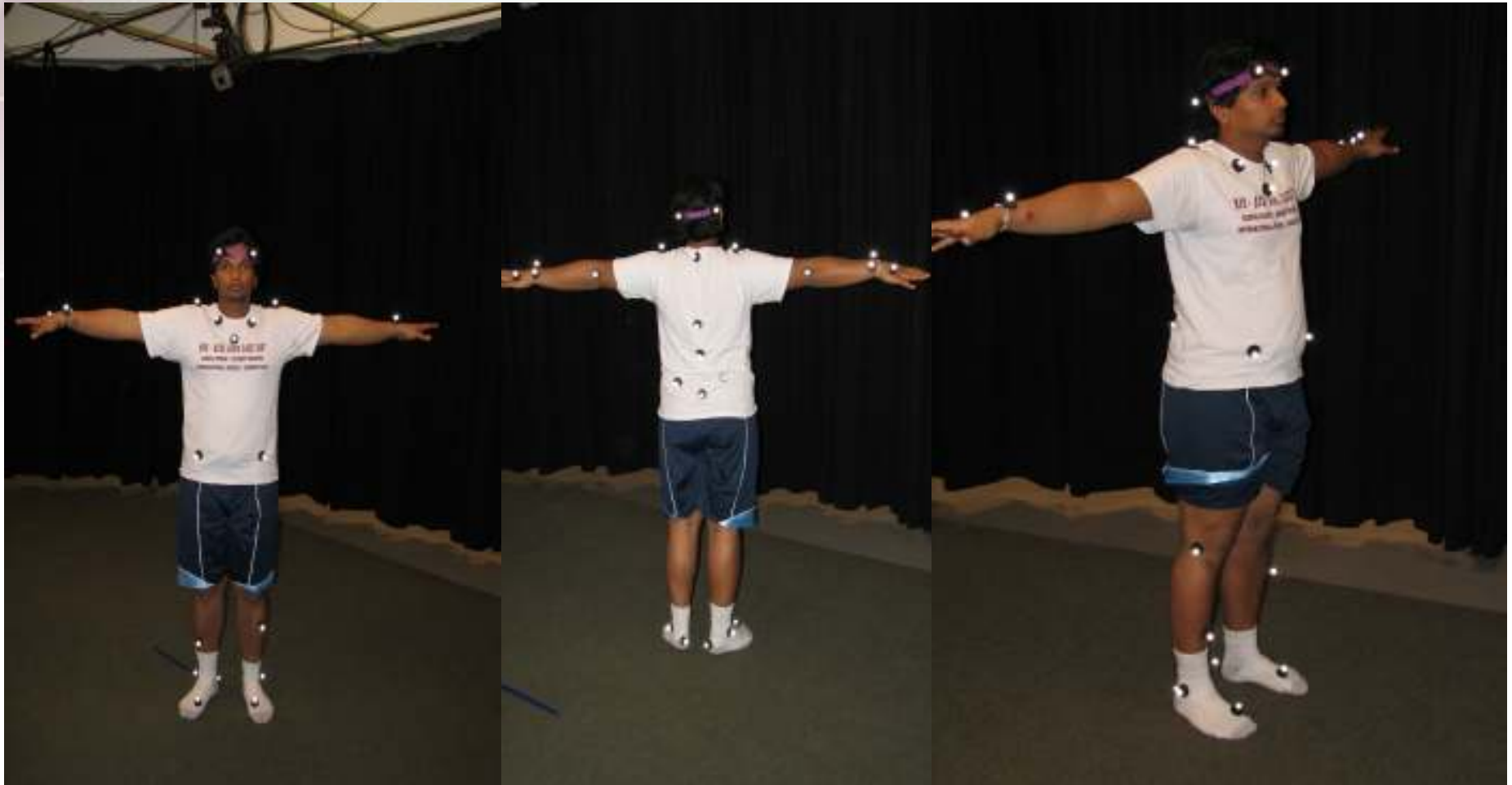


Ankle Plantar Extension (A)
Dorsi Flexion (B)

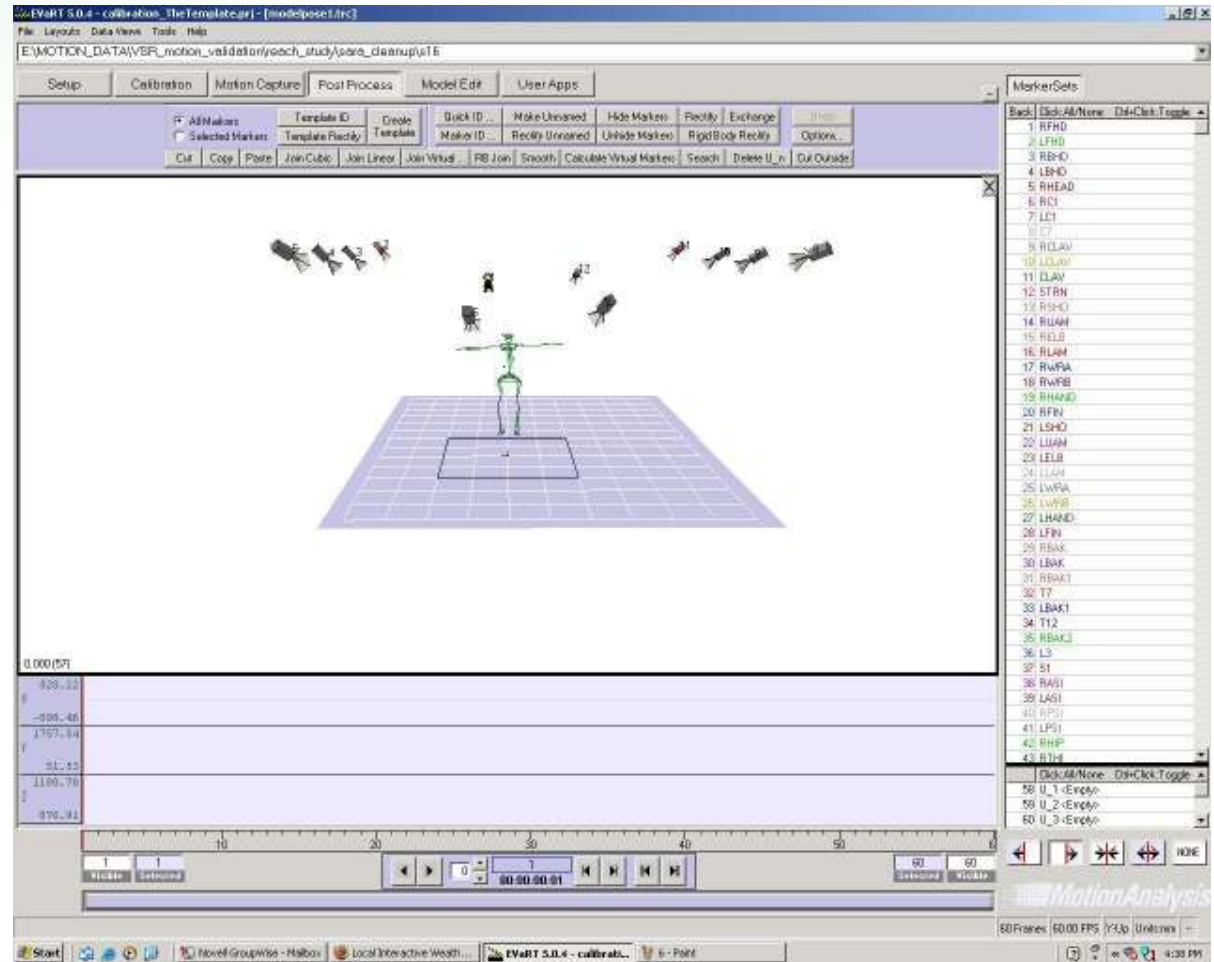
Motion Capture Data to Kinetic model



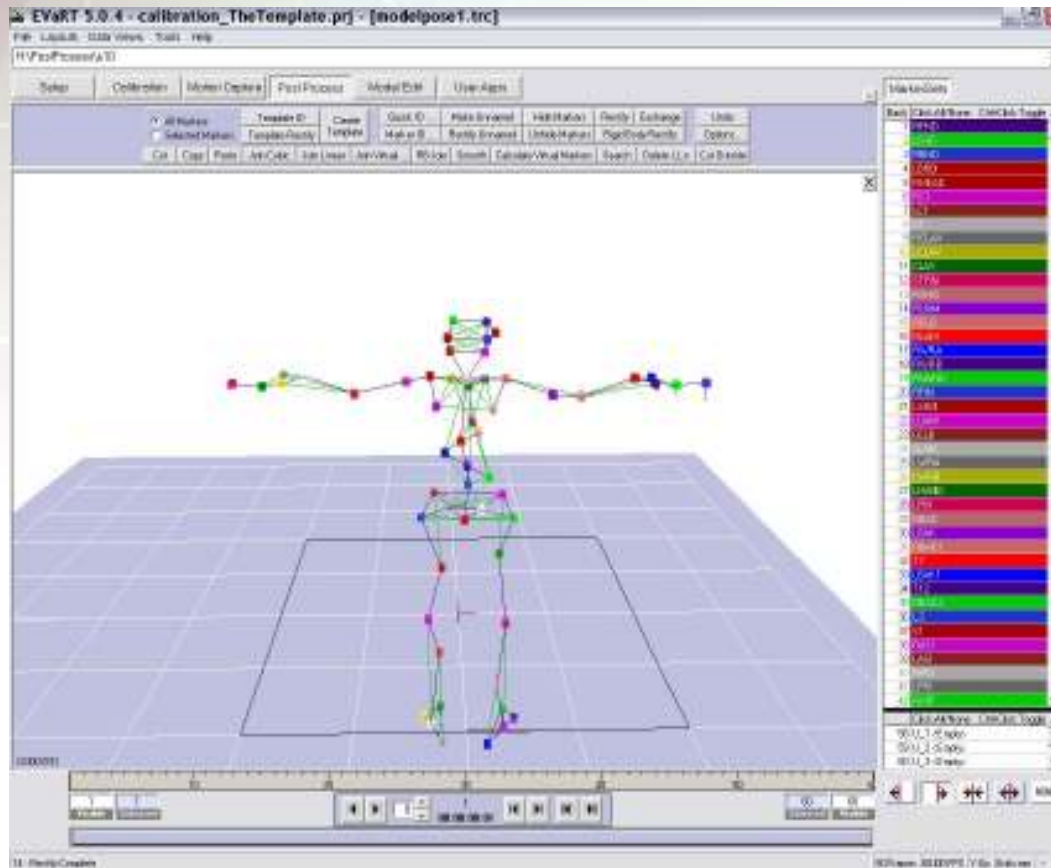
Reflective Markers are placed on anatomical landmarks



Position of the cameras and view of the MOCAP software



MOCAP software distinguishes virtual markers by color coding and nomenclature



Markers are joined to form kinetic model



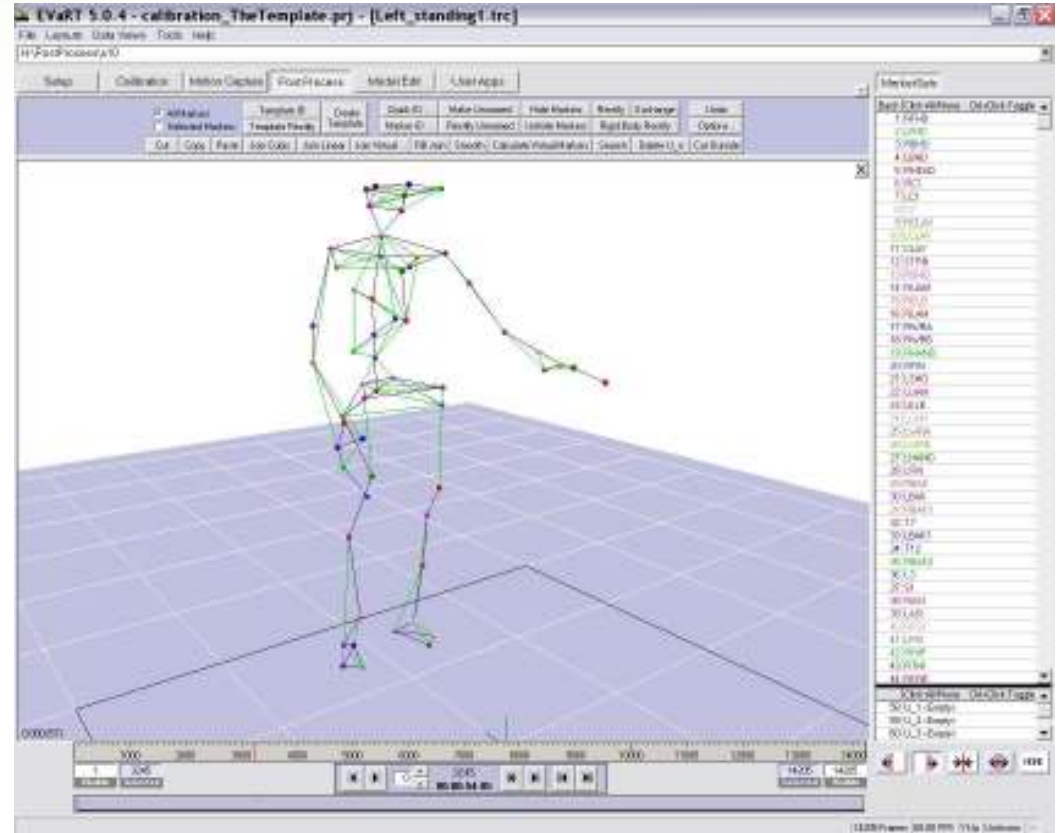
Mississippi State
UNIVERSITY



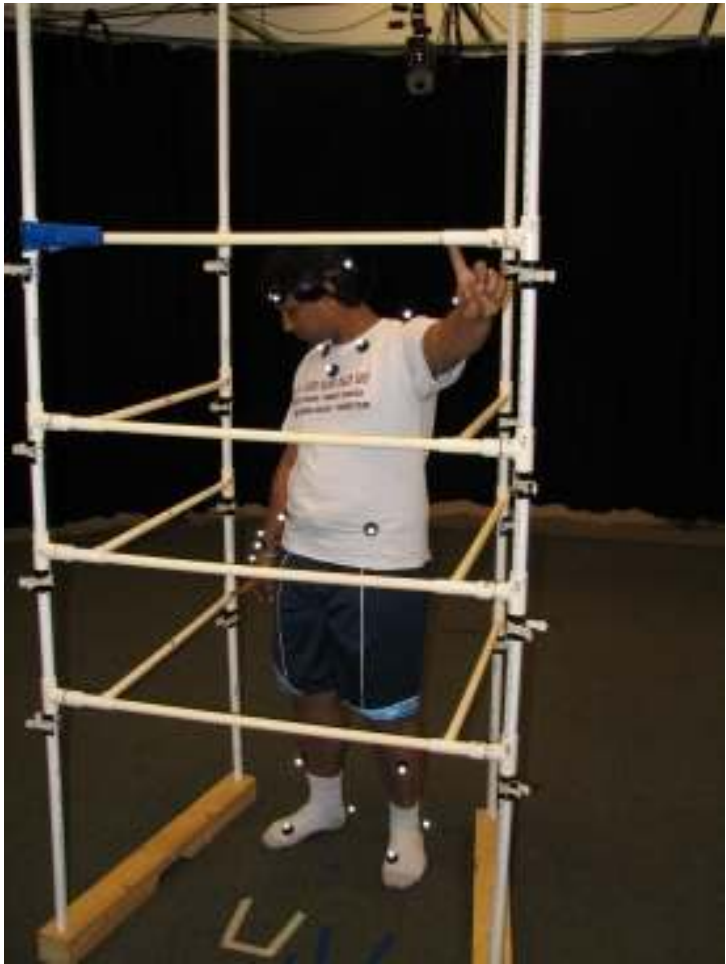
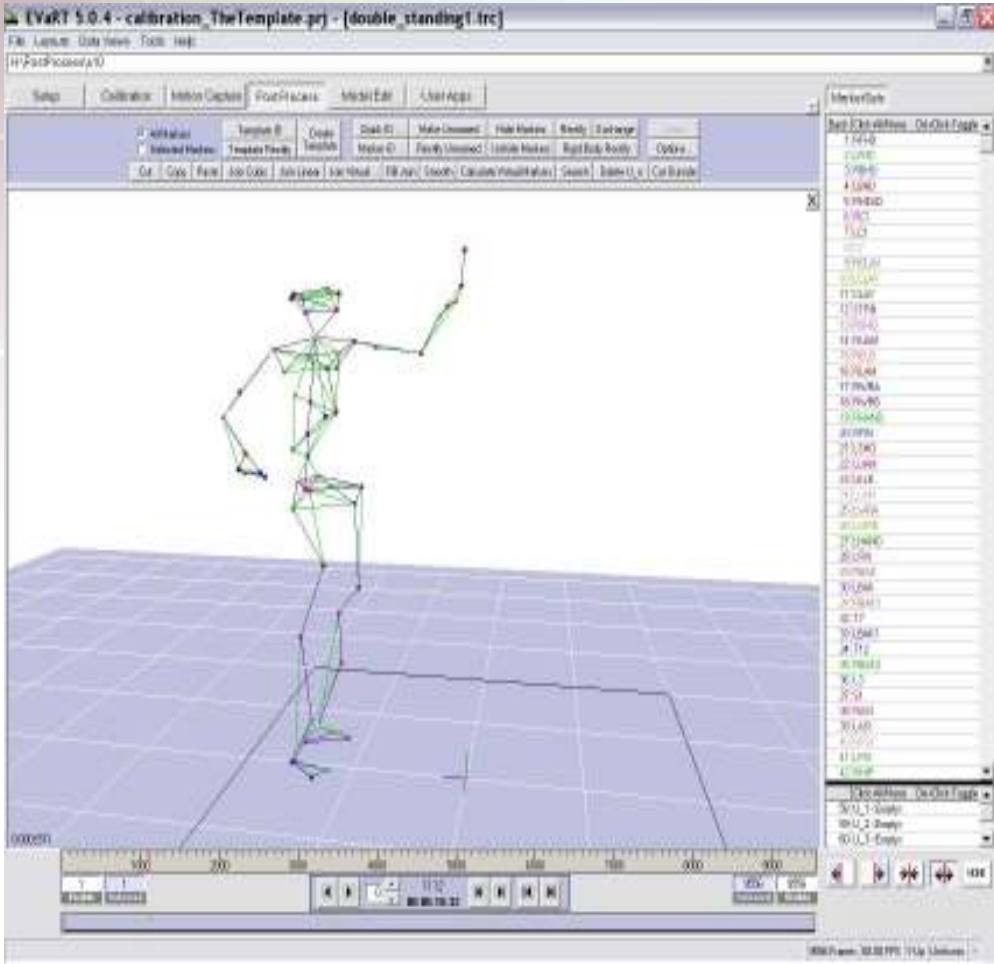
T Pose – Calibration of cameras



Standing – single arm reach task



Standing – Double arm reach task



Seated tasks



Seated
T – Pose

Seated
Left arm
reach

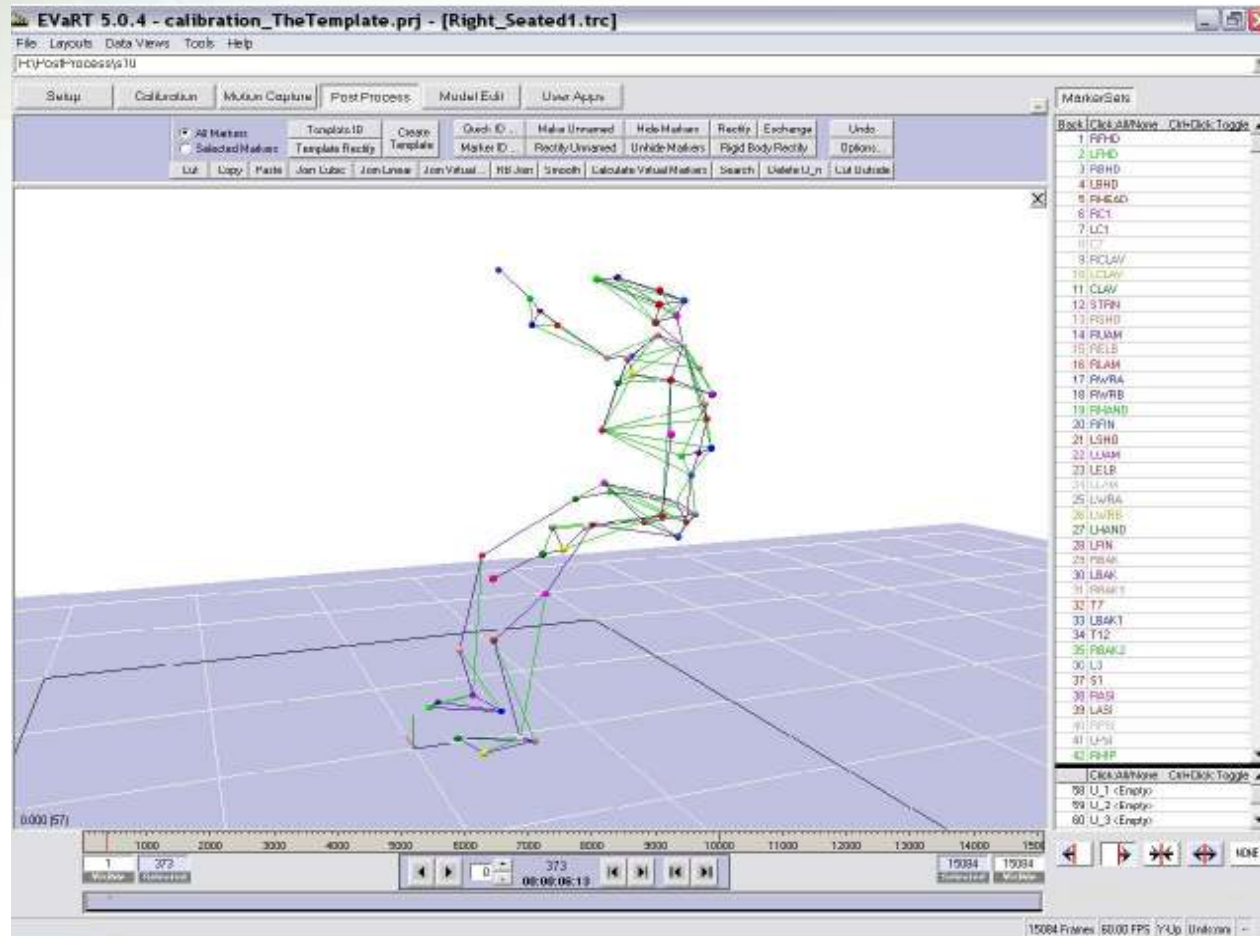


Seated
double
arm reach

Seated
right arm
reach



MOCAP software view of the seated right handed task



Feet Motion



Results : ROM Data

RANGES OF MOTION (All angles are measured in Degree-minute-Second System)																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				</
---	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	----

Conclusion

- ROM data collection is in process.
- Motion capture data is being analyzed for 3D joint maximum range of motion of the main upper body joints.
- Owing to large volume of data, removal of error and other analysis takes lot of time.
- All data would be plugged in for model fitting.
- Drawback
 - Difficult to analyze, if the digital model is not based on anthropometric data viz. robotic motions.
 - Not as accurate as static models, owing to various errors like phantom markers, noise etc.

Questions ??????



My PATENT :

ERGONOMIC SLEEPING™ ® ©